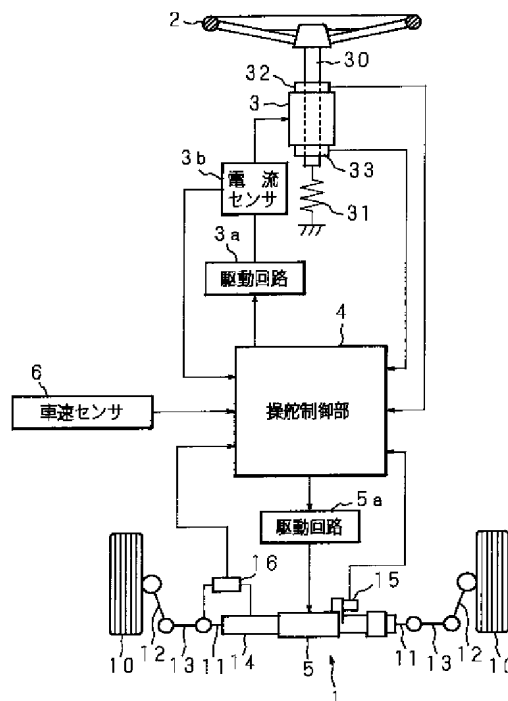


(11)特許出願公開番号



【特許請求の範囲】

【請求項1】 操舵手段からの制御量により車輪を舵取る舵取機構を備え、前記車輪の舵取り制御量に応じて反力モータを駆動して前記操舵手段の反力を制御する車両用操舵装置において、

前記舵取機構の舵角を検出する舵角検出手段と、前記操舵手段の中立位置に戻るときの手放し状態を検出する手放し状態検出手段と、該手放し状態検出手段の検出信号に基づいて、前記操舵手段の反力制御を停止させる反力停止手段と、前記操舵手段の反力制御停止時に、前記舵角検出手段の舵角信号に基づいて、前記操舵手段の操舵角を制御する操舵角制御手段とを備えることを特徴とする車両用操舵装置。

【請求項2】 操舵手段からの制御量により車輪を舵取る舵取機構を備え、該車輪の舵取り制御量に応じて反力モータを駆動して前記操舵手段の反力を制御する車両用操舵装置において、

前記舵取機構の舵角を検出する舵角検出手段と、車両の走行速度を検出する車速検出手段と、前記操舵手段の中立位置に戻るときの手放し状態を検出する手放し状態検出手段と、該手放し状態検出手段の検出信号に基づいて、前記操舵手段の反力制御を停止させる反力停止手段と、前記操舵手段の反力制御停止時に、前記車速検出手段の車速信号と前記舵角検出手段の舵角信号とに基づいて、前記操舵手段の操舵角戻し角速度を制御する操舵角速度制御手段とを備えることを特徴とする車両用操舵装置。

【請求項3】 前記操舵手段の操舵角を検出する操舵角検出手段と、前記手放し状態検出手段が前記手放し状態を検出したときに、前記操舵角検出手段が検出した操舵角に基づき、前記舵取機構の舵角を低減する制御を行う舵角制御手段とを備える請求項2記載の車両用操舵装置。

【請求項4】 操舵手段からの制御量により車輪を舵取る舵取機構を備え、前記車輪の舵取り制御量に応じて反力モータを駆動して前記操舵手段の反力を制御する車両用操舵装置において、

前記舵取機構の舵角を検出する舵角検出手段と、前記操舵手段の中立位置に戻るときの手放し状態を検出する手放し状態検出手段と、該手放し状態検出手段の検出信号に基づいて、前記操舵手段の反力を前記舵角検出手段の舵角信号に応じて減少補正する補正手段とを備えることを特徴とする車両用操舵装置。

【請求項5】 前記操舵手段に加わる操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段を備え、前記手放し状態検出手段は、車両の走行速度を検出する車速検出手段と、該車速検出手段が検出した走行速度と所定速度とを比較する速度比較手段と、前記操舵トルク検出手段が検出した操舵トルクと所定値とを比較するトルク比較手段とを備え、前記走行速度が所定速度より高速であり、前記操舵

トルクが所定値より小さいときに、前記手放し状態を検出する請求項1～4の何れかに記載の車両用操舵装置。

【請求項6】 前記操舵手段に加わる操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段を備え、前記手放し状態検出手段は、車両の走行速度を検出する車速検出手段と、該車速検出手段が検出した走行速度と所定速度とを比較する速度比較手段と、前記操舵トルク検出手段が検出した操舵トルクと所定値とを比較するトルク比較手段と、前記操舵手段に付与すべき反力と所定値とを比較する反力比較手段とを備え、前記走行速度が所定速度より高速であり、前記操舵トルクが所定値より小さく、前記操舵手段に付与すべき反力が所定値より大きいとき、前記手放し状態を検出する請求項1～4の何れかに記載の車両用操舵装置。

【請求項7】 前記操舵手段に加わる操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段を備え、前記手放し状態検出手段は、車両の走行速度を検出する車速検出手段と、該車速検出手段が検出した走行速度と所定速度とを比較する速度比較手段と、前記操舵トルク検出手段が検出した操舵トルクと所定値とを比較するトルク比較手段と、前記操舵トルク検出手段が検出した操舵トルクを微分する微分手段と、該微分手段が前記操舵トルクを微分した値と所定値とを比較する微分値比較手段とを備え、前記走行速度が所定速度より高速であり、前記操舵トルクが所定値より小さく、前記操舵トルクを微分した値が所定値より大きいとき、前記手放し状態を検出する請求項1～4の何れかに記載の車両用操舵装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、運転者の操作に応じて車両を操向させるための車両用操舵装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】車両の操舵は、車室の内部に配された操舵手段の操作、例えば、ステアリングホイールの回転を、操舵用の車輪（一般的には前輪）の操向のために車室の外部に配された舵取機構に伝えて行われる。近年においては、舵取機構の中途に油圧シリンダ、電動モータ等の操舵補助用のアクチュエータを配し、このアクチュエータを、操舵のためにステアリングホイールに加えられる操作力の検出結果に基づいて駆動して、ステアリングホイールの回転に応じた舵取機構の動作を、アクチュエータの発生力により補助し、操舵のための運転者の労力負担を軽減する構成とした動力操舵装置（パワーステアリング装置）が広く普及している。

【0003】ところが、このような従来の車両用操舵装置においては、操舵手段であるステアリングホイールと舵取機構との機械的な連結が必要であり、車室の内部におけるステアリングホイールの配設位置が車室外での舵取機構との連結が可能な位置に限定されるという問題が

あり、また、連結可能にステアリングホイールが配設された場合であっても、連結の実現のために複雑な連結構造を要し、車両の軽量化、組立て工程の簡素化を阻害する要因となっている。

【0004】実公平2-29017号公報には、このような問題の解消を目的としたリンクレスのパワーステアリング装置である車両用の操舵装置が開示されている。この車両用の操舵装置は、ステアリングホイールを舵取機構から切り離して配し、また、動力操舵装置における操舵補助用のアクチュエータと同様に、舵取機構の中途に操舵用のアクチュエータとしての電動モータを配してなり、この電動モータを、ステアリングホイールの操作方向及び操作量の検出結果に基づいて駆動することにより、ステアリングホイールの操作に応じた操舵を行わせる構成となっている。

【0005】舵取機構に機械的に連結されないステアリングホイールには、モータを備えた反力アクチュエータが付設されている。反力アクチュエータは、車速及びステアリングホイールの操舵角の検出結果に基づいて前記モータを駆動することにより、ステアリングホイールに、車速の高低及び操舵角の大小に応じて大小となり、中立位置へ向かう反力を加える。このような車両用操舵装置等では、この反力に抗してステアリングホイールに加えられるトルクを検出し、この検出結果に応じて操舵用の電動モータのモータ電流を増減させ、この電動モータが発生する操舵力を増減させる。これにより、ステアリングホイールと舵取機構とが機械的に連結された一般的な車両用操舵装置（連結型の操舵装置）と同様の感覚での操舵を行わせ得るようにしてある。

【0006】以上のように構成された分離型の車両用操舵装置は、ステアリングホイールの配設自由度の増加、車両の軽量化等の前述した目的に加え、レバー、ペダル等、ステアリングホイールに代わる新たな操舵手段の実現、及び路面上の誘導標識の検出、衛星情報の受信等の走行情報に従う自動運転システムの実現等、将来における自動車技術の発展のために有用なものである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが、走行時に車輪がセルフアライニングトルクにより中立位置（直進走行位置）へ復帰するとき、運転者がステアリングホイールから手を放すと、上述した反力に抗してステアリングホイールに加えられるトルクが無くなり、中立位置へ向かう反力のみがステアリングホイールに加えられることになるため、ステアリングホイールが急速に戻ってしまい、運転者が受ける操舵感覚が、従来の操舵装置から受ける操舵感覚とは異なるものとなる。

【0008】運転者がステアリングホイールから手を放したときに、ステアリングホイールを回転制御するものとしては、手放し時に、ステアリングホイールに、路面状況及び制御系に起因する振動を抑制するためのダンピ

ングトルクを与える車両用操舵装置（特開平4-176781号公報）があるが、これは、手放し時の路面状況及び制御系からの影響を抑制するためのものである。本発明は、上述したような事情に鑑みてなされたものであり、第1～4発明では、セルフアライニングトルクによる車輪の中立位置への復帰に追従した、自然なステアリングホイールの中立位置への復帰を実現した車両用操舵装置を提供することを目的とする。第5～7発明では手放し状態を検出できる車両用操舵装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】第1発明に係る車両用操舵装置は、操舵手段からの制御量により車輪を舵取る舵取機構を備え、前記車輪の舵取り制御量に応じて反力モータを駆動して前記操舵手段の反力を制御する車両用操舵装置において、前記舵取機構の舵角を検出する舵角検出手段と、前記操舵手段の中立位置に戻るときの手放し状態を検出する手放し状態検出手段と、該手放し状態検出手段の検出信号に基づいて、前記操舵手段の反力制御を停止させる反力停止手段と、前記操舵手段の反力制御停止時に、前記舵角検出手段の舵角信号に基づいて、前記操舵手段の操舵角を制御する操舵角制御手段とを備えることを特徴とする。

【0010】この車両用操舵装置では、走行時に車輪がセルフアライニングトルクにより中立位置（直進走行位置）へ復帰しようとし、それに伴って、操舵手段が舵角中点（中立位置）に戻るときに、運転者が操舵手段から手を放すと、手放し状態検出手段が、その手放し状態を検出する。反力停止手段は、手放し状態検出手段の検出信号に基づいて、操舵手段の反力制御を停止させ、操舵角制御手段は、舵角検出手段の舵角信号に基づいて、操舵手段の操舵角を制御する。これにより、セルフアライニングトルクによる車輪の中立位置への復帰に追従した、自然なステアリングホイールの中立位置への復帰を実現することができる。

【0011】第2発明に係る車両用操舵装置は、操舵手段からの制御量により車輪を舵取る舵取機構を備え、該車輪の舵取り制御量に応じて反力モータを駆動して前記操舵手段の反力を制御する車両用操舵装置において、前記舵取機構の舵角を検出する舵角検出手段と、車両の走行速度を検出する車速検出手段と、前記操舵手段の中立位置に戻るときの手放し状態を検出する手放し状態検出手段と、該手放し状態検出手段の検出信号に基づいて、前記操舵手段の反力制御を停止させる反力停止手段と、前記操舵手段の反力制御停止時に、前記車速検出手段の車速信号と前記舵角検出手段の舵角信号とに基づいて、前記操舵手段の操舵角戻り角速度を制御する操舵角速度制御手段とを備えることを特徴とする。

【0012】この車両用操舵装置では、走行時に車輪がセルフアライニングトルクにより中立位置（直進走行位

置)へ復帰しようとし、それに伴って、操舵手段が舵角中点(中立位置)に戻るときに、運転者が操舵手段から手を放すと、手放し状態検出手段がその手放し状態を検出する。反力停止手段は、手放し状態検出手段の検出信号に基づいて、操舵手段の反力制御を停止させ、操舵角速度制御手段は、操舵手段の反力制御停止時に、車速信号と舵角信号とに基づいて、操舵手段の操舵角戻し角速度を制御する。これにより、セルフアライニングトルクによる車輪の中立位置への復帰に追従した、自然なステアリングホイールの中立位置への復帰を実現することができる。

【0013】第3発明に係る車両用操舵装置は、前記操舵手段の操舵角を検出する操舵角検出手段と、前記手放し状態検出手段が前記手放し状態を検出したときに、前記操舵角検出手段の操舵角信号に基づき、前記舵取機構の舵角を低減する制御を行う舵角制御手段とを備えることを特徴とする。

【0014】この車両用操舵装置では、走行時に車輪がセルフアライニングトルクにより中立位置(直進走行位置)へ復帰しようとし、それに伴って、操舵手段が舵角中点(中立位置)に戻るときに、運転者が操舵手段から手を放すと、手放し状態検出手段がその手放し状態を検出する。反力停止手段は、手放し状態検出手段の検出信号に基づいて、操舵手段の反力制御を停止させ、操舵角速度制御手段は、操舵手段の反力制御停止時に、車速信号と舵角信号とに基づいて、操舵手段の操舵角戻し角速度を制御する。また、舵角制御手段は、操舵角信号に基づいて、舵取機構の舵角を低減する制御を行う。これにより、セルフアライニングトルクによる車輪の中立位置への復帰に追従した、自然なステアリングホイールの中立位置への復帰を実現することができる。

【0015】第4発明に係る車両用操舵装置は、操舵手段からの制御量により車輪を舵取る舵取機構を備え、前記車輪の舵取り制御量に応じて反力モータを駆動して前記操舵手段の反力を制御する車両用操舵装置において、前記舵取機構の舵角を検出する舵角検出手段と、前記操舵手段の中立位置に戻るときの手放し状態を検出する手放し状態検出手段と、該手放し状態検出手段の検出信号に基づいて、前記操舵手段の反力を前記舵角検出手段の舵角信号に応じて減少補正する補正手段とを備えることを特徴とする。

【0016】この車両用操舵装置では、走行時に車輪がセルフアライニングトルクにより中立位置(直進走行位置)へ復帰しようとし、それに伴って、操舵手段が舵角中点(中立位置)に戻るときに、運転者が操舵手段から手を放すと、手放し状態検出手段がその手放し状態を検出する。補正手段は、手放し状態検出手段の検出信号に基づいて、操舵手段の反力を舵角信号に応じて減少補正する。これにより、セルフアライニングトルクによる車輪の中立位置への復帰に追従した、自然なステアリング

ホイールの中立位置への復帰を実現することができる。

【0017】第5発明に係る車両用操舵装置は、前記操舵手段に加わる操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段を備え、前記手放し状態検出手段は、車両の走行速度を検出する車速検出手段と、該車速検出手段が検出した走行速度と所定速度とを比較する速度比較手段と、前記操舵トルク検出手段が検出した操舵トルクと所定値とを比較するトルク比較手段とを備え、前記走行速度が所定速度より高速であり、前記操舵トルクが所定値より小さいときに、前記手放し状態を検出することを特徴とする。

【0018】この車両用操舵装置では、操舵トルク検出手段が操舵手段に加わる操舵トルクを検出する。そして、手放し状態検出手段は、速度比較手段が走行速度と所定速度とを比較し、トルク比較手段が操舵トルクと所定値とを比較して、走行速度が所定速度より高速であり、操舵トルクが所定値より小さいときに、手放し状態を検出する。これにより、手放し状態を検出でき、手放し状態のときに、セルフアライニングトルクによる車輪の中立位置への復帰に追従した、自然なステアリングホイールの中立位置への復帰を実現することができる。

【0019】第6発明に係る車両用操舵装置は、前記操舵手段に加わる操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段を備え、前記手放し状態検出手段は、車両の走行速度を検出する車速検出手段と、該車速検出手段が検出した走行速度と所定速度とを比較する速度比較手段と、前記操舵トルク検出手段が検出した操舵トルクと所定値とを比較するトルク比較手段と、前記操舵手段に付与すべき反力と所定値とを比較する反力比較手段とを備え、前記走行速度が所定速度より高速であり、前記操舵トルクが所定値より小さく、前記操舵手段に付与すべき反力が所定値より大きいとき、前記手放し状態を検出することを特徴とする。

【0020】この車両用操舵装置では、操舵トルク検出手段が操舵手段に加わる操舵トルクを検出する。そして、手放し状態検出手段は、速度比較手段が走行速度と所定速度とを比較し、トルク比較手段が操舵トルクと所定値とを比較し、反力比較手段が、操舵手段に付与すべき反力と所定値とを比較して、走行速度が所定速度より高速であり、操舵トルクが所定値より小さく、操舵手段に付与すべき反力が所定値より大きいとき、手放し状態を検出する。これにより、手放し状態を検出でき、手放し状態のときに、セルフアライニングトルクによる車輪の中立位置への復帰に追従した、自然なステアリングホイールの中立位置への復帰を実現することができる。

【0021】第7発明に係る車両用操舵装置は、前記操舵手段に加わる操舵トルクを検出する操舵トルク検出手段を備え、前記手放し状態検出手段は、車両の走行速度を検出する車速検出手段と、該車速検出手段が検出した走行速度と所定速度とを比較する速度比較手段と、前記

操舵トルク検出手段が検出した操舵トルクと所定値とを比較するトルク比較手段と、前記操舵トルク検出手段が検出した操舵トルクを微分する微分手段と、該微分手段が前記操舵トルクを微分した値と所定値とを比較する微分値比較手段とを備え、前記走行速度が所定速度より高速であり、前記操舵トルクが所定値より小さく、前記操舵トルクを微分した値が所定値より大きいとき、前記手放し状態を検出することを特徴とする。

【0022】この車両用操舵装置では、操舵トルク検出手段が操舵手段に加わる操舵トルクを検出する。そして、手放し状態検出手段は、速度比較手段が走行速度と所定速度とを比較し、トルク比較手段が操舵トルクと所定値とを比較し、微分手段が操舵トルクを微分し、微分値比較手段がその微分した値と所定値とを比較して、走行速度が所定速度より高速であり、操舵トルクが所定値より小さく、操舵トルクを微分した値が所定値より大きいとき、手放し状態を検出する。これにより、手放し状態を検出でき、手放し状態のときに、セルフアライニングトルクによる車輪の中立位置への復帰に追従した、自然なステアリングホイールの中立位置への復帰を実現することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下に、本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて説明する。図1は、第1、5発明に係る車両用操舵装置の全体構成を示すブロック図である。この車両用操舵装置は、図示しない車体の左右に配された一对の操舵用の車輪10、10に操舵動作を行わせるための舵取機構1と、舵取機構1から切り離して配された操舵手段であるステアリングホイール2と、ステアリングホイール2に反力を付与する反力アクチュエータ3と、マイクロプロセッサを用いてなる操舵制御部4とを備え、ステアリングホイール2の操作に応じた操舵制御部4の動作により、舵取機構1の中途に配した操舵モータ5を駆動し、舵取機構1を作動させる構成となっている。

【0024】舵取機構1は、公知のように、車体の左右方向に延設されて軸長方向に摺動する操舵軸11の両端部と、車輪10、10を支持するナックルアーム12、12とを、各別のタイロッド13、13により連結し、操舵軸11の両方向への摺動によりタイロッド13、13を介してナックルアーム12、12を押し引きし、車輪10、10を左右に操舵させるものであり、この操向は、操舵軸11の中途部に同軸的に構成された操舵モータ5の回転を、適宜の運動変換機構により操舵軸11の摺動に変換して行われる。

【0025】操舵軸11は、操舵軸ハウジング14との間に介装された図示しない回転拘束手段により軸回りの回転を拘束されており、操舵モータ5の回転は、操舵軸11の軸長方向の摺動に変換され、操舵モータ5の回転に応じた操舵（操舵用の車輪10、10の操向）が行わ

れる。このように操舵される車輪10、10の舵角は、操舵モータ5の一侧の操舵軸ハウジング14と操舵軸11との相対摺動位置を媒介として、舵角検出手段である舵角センサ16により検出されるようになっており、舵角センサ16の出力は、操舵モータ5の回転位置を検出するロータリエンコーダ15の出力と共に、操舵制御部4に与えられている。

【0026】ステアリングホイール2に反力を付与する反力アクチュエータ3は、電動モータ（例えば3相ブラシレスモータ）であり、回転軸30に関連して、そのケーシングを図示しない車体の適宜部に固定して取り付けである。ステアリングホイール2は、回転軸30の一侧の突出端に同軸的に固定されており、他側の突出端は、所定の弾性を有する振ればね31により、図示しない車体の適宜部位に連結されている。

【0027】反力アクチュエータ3は、操舵制御部4から与えられる反力指示トルク信号に応じた駆動回路3aからの通電により正逆両方向に駆動され、回転軸30の一端に取り付けたステアリングホイール2に、その操作方向と逆方向の力（反力）を付与する動作をなす。従って、ステアリングホイール2の回転操作には、反力アクチュエータ3が発生する反力に抗する操舵トルクを加える必要があり、このようにしてステアリングホイール2に加えられる操舵トルクは、反力アクチュエータ3に付設されたトルクセンサ32により検出され、また、ステアリングホイール2の操作量（操舵角）は、反力アクチュエータ3に付設されたロータリエンコーダ33により、操作方向を含めて検出されており、これらの検出結果は、操舵制御部4に与えられている。また、駆動回路3aから反力アクチュエータ3に通電する電流は、電流センサ3bにより検出され、操舵制御部4に与えられる。

【0028】なお、回転軸30の他端と車体の一部との間に介装された振ればね31は、以上のように行われる回転操作の停止時に、その弾性により回転軸30を回転させて、ステアリングホイール2を所定の中立位置に復帰せしめる作用をする。この復帰は、機械的に切り離された舵取機構1側にて生じる車輪10、10の直進方向への復帰動作に伴ってステアリングホイール2を戻すために必要なものである。

【0029】以上のように操舵制御部4には、舵取機構1の側にて実際に生じている操舵の状態が、ロータリエンコーダ15及び舵角センサ16からの入力として与えられ、また操舵手段としてのステアリングホイール2の操作の状態が、トルクセンサ32及びロータリエンコーダ33からの入力として夫々与えられており、これらに加えて操舵制御部4の入力側には、車両の走行速度を検出する車速センサ6の出力が与えられている。

【0030】一方、操舵制御部4の出力は、前述したように、ステアリングホイール2に反力を付与する反力ア

クチュエータ3と、舵取機構1に操舵動作を行わせるための操舵モータ5とに、各別の駆動回路3a、5aを介して与えられており、反力アクチュエータ3及び操舵モータ5は、操舵制御部4からの指示信号に応じて各別の動作を行うようになしてある。操舵制御部4は、ステアリングホイール2に付与すべき反力を、例えば、車速センサ6からの入力として与えられる車速の高低に応じて大小となるように決定し、反力を発生させるべく反力アクチュエータ3に反力指示トルク信号を発する反力制御を行う。

【0031】また、操舵制御部4は、ロータリエンコーダ33からの入力によりステアリングホイール2の操作方向を含めた操作角度を認識し、舵取機構1に付設された舵角センサ16の入力により認識される実舵角度との舵角偏差を求め、この舵角偏差を車速センサ6からの入力として与えられる車速の遅速に応じて大小となるように補正して目標舵角を求め、この目標舵角が得られるまで操舵モータ5を駆動する操舵制御動作を行う。このとき、ロータリエンコーダ15からの入力は、操舵モータ5が所望の回転位置に達したか否かを調べるためのフィードバック信号として用いられる。

【0032】以下に、このような構成の第1、5発明に係る車両用操舵装置の動作を、それを示すフローチャートに基づき説明する。図2は、第1、5発明に係る車両用操舵装置の動作を示すフローチャートである。操舵制御部4は、車両走行時に車輪がセルフアライニングトルクにより中立位置（直進走行位置）へ復帰しようとし、それとともなって、ステアリングホイール2が中立位置に戻るときに、運転者がステアリングホイール2から手を放す状態を検出するルーチンを周期的に常時実行しており（R2）、その手放し状態を検出しないときは（R4）、上述した反力制御のルーチンを実行する（R8）。その手放し状態を検出したときは（R4）、反力制御を実行せずに、ステアリングホイール2の戻し制御のルーチンを実行する（R6）。

【0033】図3は、上述した手放し状態を検出するルーチン（R2）を詳細に示すフローチャートである。操舵制御部4は、車速センサ6から車速を読み込み（S2）、この車速が所定値以上のときは（S4）、トルクセンサ32からステアリングホイール2の操舵トルクを読み込む（S6）。この読み込んだ（S6）操舵トルクが所定値以下のときは（S8）、手放し状態であると判断しそれを検出して（S10）リターンする。読み込んだ（S2）車速が所定値未満のとき（S4）、又は読み込んだ（S6）操舵トルクが所定値を超えるときは（S8）、手放し状態であるとは判断せずにリターンする。

【0034】尚、上述した手放し状態を検出するルーチン（R2）では、車速が所定値以上であり（S4）、操舵トルクが所定値以下のときに（S8）、手放し状態であると判断しているが、この2つの条件（S4、S8）

の他に、反力指示トルクが所定値以上（反力指示トルクと操舵トルクとの偏差が大）の条件、又は操舵トルクの微分値が所定値以上（操舵トルクが急減）の条件を加えても良い。

【0035】図4は、上述した戻し制御のルーチン（R6）を詳細に示すフローチャートである。操舵制御部4は、手放し状態を検出したときは（図2R4）、舵角センサ16から車輪10、10の舵角（ラック軸位置）を読み込み（S12）、この舵角に応じたステアリングホイール目標操舵角 θ_M を演算する（S14）。次に、ロータリエンコーダ33によりステアリングホイール2の操舵角 θ_S を検出し（S16）、ステアリングホイール目標操舵角 θ_M とステアリングホイール操舵角 θ_S との舵角偏差 $\Delta I_n = \theta_M - \theta_S$ を演算する（S18）。

【0036】次に、戻し制御の積分要素 $I_n = \Delta I_n \times K_I$ （ K_I ：所定の積分定数）を演算し（S20）、また、比例要素 $P_n = (\Delta I_n - \Delta I_{n-1}) \times K_P$ （ ΔI_{n-1} ：前回周期の舵角偏差、 K_P ：所定の比例定数）を演算する（S22）。次に、反力アクチュエータ3の電動モータの目標電圧（反力モータ目標電圧） $V_M = V_0 + I_n + P_n$ （ V_0 ：前回周期の目標電圧）を演算し（S24）、駆動回路3aにこの目標電圧 V_M を出力させて、反力アクチュエータ3の電動モータを駆動する。次に、目標電圧 V_M を前回周期の目標電圧 V_0 に、舵角偏差 ΔI_n を前回周期の舵角偏差 ΔI_{n-1} にそれぞれ移し（S26）リターンする。

【0037】図5は、上述した反力制御のルーチン（R8）を詳細に示すフローチャートである。操舵制御部4は、手放し状態を検出しないときは（図2R4）、ロータリエンコーダ33により検出したステアリングホイール2の操舵角 θ_S に応じた反力指示トルク T_M を、操舵角に応じた反力指示トルクのテーブルから読み込み（S30）、トルクセンサ32により操舵トルク T_S を検出する（S32）。次に、反力指示トルク T_M と操舵トルク T_S とのトルク偏差 $\Delta D_n = T_M - T_S$ を演算し（S34）、反力制御の積分要素 $D_n = \Delta D_n \times K_{I2}$ （ K_{I2} ：所定の積分定数）を演算する（S36）。

【0038】次に、比例要素 $P_n = (\Delta D_n - \Delta D_{n-1}) \times K_{P2}$ （ ΔD_{n-1} ：前回周期のトルク偏差、 K_{P2} ：所定の比例定数）を演算し（S38）、反力アクチュエータ3の電動モータの目標電流（反力モータ目標電流） $J_M = J_0 + D_n + P_n$ （ J_0 ：前回周期の目標電流）を演算する（S40）。次に、電流センサ3bにより、反力アクチュエータ3の電動モータの電流 J_S を検出し（S42）、電動モータの目標電流 J_M と実際の電流 J_S との電流偏差 $\Delta D_n' = J_M - J_S$ を演算する（S44）。

【0039】次に、操舵制御部4は、反力制御の積分要素 $D_n' = \Delta D_n' \times K_{I2}'$ （ K_{I2}' ：所定の積分定数）を演算し（S46）、比例要素 $P_n' = (\Delta D_n' - \Delta D_{n-1}') \times K_{P2}'$ （ $\Delta D_{n-1}'$ ：前回周期の電流偏差、 K_{P2}' ：所定の比例定数）を演算し（S48）、反力制御の積分要素 $I_n' = D_n' + P_n'$ を演算する（S50）。次に、目標電流 J_M を前回周期の目標電流 J_0 に、電流偏差 $\Delta D_n'$ を前回周期の電流偏差 $\Delta D_{n-1}'$ にそれぞれ移し（S52）リターンする。

$-\Delta D_{n-1}')$ $\times K_{p2}'$ ($\Delta D_{n-1}'$: 前回周期の電流偏差、 K_{p2}' : 所定の比例定数)を演算する(S48)。次に、反力アクチュエータ3の電動モータの目標電圧(反力モータ目標電圧) $V_M = V_0 + D_n' + P_n'$ (V_0 : 前回周期の目標電圧)を演算し(S50)、駆動回路3aにこの目標電圧 V_M を出力させて、反力アクチュエータ3の電動モータを駆動する。次に、目標電流 J_M を前回周期の目標電流 J_0 に、目標電圧 V_M を前回周期の目標電圧 V_0 に、トルク偏差 ΔD_n を前回周期のトルク偏差 ΔD_{n-1} に、電流偏差 $\Delta D_n'$ を前回周期の電流偏差 $\Delta D_{n-1}'$ にそれぞれ移し(S52)リターンする。

【0040】図6は、第2, 3, 6発明に係る車両用操舵装置の手放し状態検出のルーチン(図2R2)を詳細に示すフローチャートである。第2, 3, 6発明に係る車両用操舵装置の構成と、手放し状態検出及び戻し制御のルーチン以外の動作とは、上述した第1, 5発明に係る車両用操舵装置の構成及び動作と同様であるので説明を省略する。操舵制御部4は、車速センサ6から車速を読み込み(S80)、この車速が所定値以上のときは(S82)、トルクセンサ32からステアリングホイール2の操舵トルクを読み込む(S84)。この読み込んだ操舵トルクが所定値以下のときは(S86)、ステアリングホイール2の操舵角に応じた反力指示トルクを読み込む(S88)。

【0041】操舵制御部4は、この読み込んだ反力指示トルクが所定値以上のときは(S90)、手放し状態であると判断しそれを検出して(S92)リターンする。読み込んだ(S80)車速が所定値未満のとき(S82)、読み込んだ(S84)操舵トルクが所定値を超えるとき(S86)又は読み込んだ反力指示トルクが所定値未満のとき(S90)は、手放し状態であるとは判断せずにリターンする。つまり、操舵制御部4は、車速が所定値以上であり(S82)、操舵トルクが所定値以下であり(S86)、反力指示トルクが所定値以上(S90)(反力指示トルクと操舵トルクとの偏差が大)であるときに、手放し状態であると判断する。尚、上述した、反力指示トルクが所定値以上(S90)の条件に代えて、操舵トルクの微分値が所定値以上(操舵トルクが急減)の条件を加えても良い。

【0042】図7は、第2, 3, 6発明に係る車両用操舵装置の戻し制御のルーチン(図2R6)を詳細に示すフローチャートである。操舵制御部4は、手放し状態を検出したときは(図2R4)、舵角センサ16から車輪10, 10(舵取機構)の舵角を読み込み、また、車速センサ6から車両の走行速度を読み込み(S56)、読み込んだ舵角と走行速度とに基づいて、ステアリングホイール2の目標操舵角速度 $d\theta_M$ を演算する(S58)。

【0043】次に、操舵制御部4は、ロータリエンコー

ダ33により検出したステアリングホイール2の操舵角 θ_S の変化から、ステアリングホイール2の操舵角速度 $d\theta_S$ を検出し(S60)、ステアリングホイール2の目標操舵角速度 $d\theta_M$ と実際の操舵角速度 $d\theta_S$ との操舵角速度偏差 $\Delta H_n = d\theta_M - d\theta_S$ を演算する(S62)。次に、戻し制御の積分要素 $H_n = \Delta H_n \times K_{I3}$ (K_{I3} : 所定の積分定数)を演算し(S64)、また、比例要素 $P_n = (\Delta H_n - \Delta H_{n-1}) \times K_{p3}$ (ΔH_{n-1} : 前回周期の操舵角速度偏差、 K_{p3} : 所定の比例定数)を演算する(S66)。

【0044】次に、反力アクチュエータ3の電動モータの目標電圧(反力モータ目標電圧) $V_M = V_0 + H_n + P_n$ (V_0 : 前回周期の目標電圧)を演算し(S68)、駆動回路3aにこの目標電圧 V_M を出力させて、反力アクチュエータ3の電動モータを駆動する。次に、目標電圧 V_M を前回周期の目標電圧 V_0 に、操舵角速度偏差 ΔH_n を前回周期の操舵角速度偏差 ΔH_{n-1} にそれぞれ移す(S70)。次に、操舵制御部4は、ロータリエンコーダ33により検出した(S60)ステアリングホイール2の操舵角 θ_S に基づき、車輪10, 10(舵取機構)の舵角を低減制御し(S72)リターンする。

【0045】図8は、第4, 7発明に係る車両用操舵装置の動作を示すフローチャートである。第4, 7発明に係る車両用操舵装置の構成及び反力制御のルーチンは、上述した第1, 5発明に係る車両用操舵装置の構成及び反力制御のルーチン(図2R8)と同様であるので、詳細な説明を省略する。第4, 7発明に係る車両用操舵装置は、車両走行時に車輪がセルフアライニングトルクにより中立位置(直進走行位置)へ復帰しようとし、それにもなつて、ステアリングホイール2が中立位置に戻るときに、運転者がステアリングホイール2から手を放す状態を検出するルーチンを周期的に常時実行しており(R3)、その手放し状態を検出しないときは(R4)、上述した反力制御のルーチンを実行する(R8)。その手放し状態を検出したときは(R4)、反力制御の指示トルクを補正した(R7)後、反力制御を実行する(R8)。

【0046】図9は、第4, 7発明に係る車両用操舵装置の手放し状態検出のルーチン(図8R3)を詳細に示すフローチャートである。操舵制御部4は、車速センサ6から車速を読み込み(S94)、この車速が所定値以上のときは(S96)、トルクセンサ32からステアリングホイール2の操舵トルクを読み込む(S98)。この読み込んだ操舵トルクが所定値以下のときは(S100)、前回サンプリングサイクル時の操舵トルクとこの操舵トルクとの差を取り微分する(S102)。

【0047】操舵制御部4は、この操舵トルクの微分値(の絶対値)が所定値以上のときは(S104)、手放し状態であると判断しそれを検出して(S106)リターンする。読み込んだ(S94)車速が所定値未満のと

き(S96)、読み込んだ(S98)操舵トルクが所定値を超えるととき(S100)又は操舵トルクの微分値(S102)が所定値未満のとき(S104)は、手放し状態であるとは判断せずにリターンする。

【0048】つまり、操舵制御部4は、車速が所定値以上であり(S96)、操舵トルクが所定値以下であり(S100)、操舵トルクの微分値が所定値以上(S104)(操舵トルクが急減)であるときに、手放し状態であると判断する。尚、上述した、操舵トルクの微分値が所定値以上(S104)の条件に代えて、反力指示トルクが所定値以上(反力指示トルクと操舵トルクとの偏差が大)の条件を加えても良い。

【0049】図10は、上述した指示トルクを補正するルーチン(R7)を詳細に示すフローチャートである。操舵制御部4は、手放し状態を検出したときは(図8R4)、舵角センサ16から車輪10、10(舵取機構)の舵角を読み込み(S74)、読み込んだ舵角に応じて、反力指示トルクを減少補正し(S76)リターンする。操舵制御部4は、減少補正した反力指示トルクにより反力制御のルーチン(図5)を実行する。

【0050】尚、以上の実施の形態は、本発明に係る車両用操舵装置の一例を示すものであり、反力アクチュエータ3、操舵モータ5の構成を限定するものではなく、また、操舵手段として、ステアリングホイール2に代えて、レバー、ジョイスティック等の他の操作手段を用いることができることは言うまでもない。

【0051】

【発明の効果】本発明の第1～4発明に係る車両用操舵装置によれば、セルフアライニングトルクによる車輪の中立位置への復帰に追従した、自然なステアリングホイールの中立位置への復帰を実現することができる。

【0052】第5～7発明に係る車両用操舵装置によれば、手放し状態を検出でき、手放し状態のときに、セルフアライニングトルクによる車輪の中立位置への復帰に追従した、自然なステアリングホイールの中立位置への復帰を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る車両用操舵装置の全体構成を示す

ブロック図である。

【図2】本発明に係る車両用操舵装置の動作を示すフローチャートである。

【図3】第1、5発明に係る車両用操舵装置の手放し状態を検出するルーチンを詳細に示すフローチャートである。

【図4】第1、5発明に係る車両用操舵装置の戻し制御のルーチンを詳細に示すフローチャートである。

【図5】第1、5発明に係る車両用操舵装置の反力制御のルーチンを詳細に示すフローチャートである。

【図6】第2、3、6発明に係る車両用操舵装置の手放し状態を検出するルーチンを詳細に示すフローチャートである。

【図7】第2、3、6発明に係る車両用操舵装置の戻し制御のルーチンを詳細に示すフローチャートである。

【図8】第4、7発明に係る車両用操舵装置の動作を示すフローチャートである。

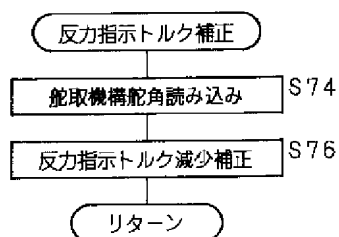
【図9】第4、7発明に係る車両用操舵装置の手放し状態を検出するルーチンを詳細に示すフローチャートである。

【図10】第4、7発明に係る車両用操舵装置の反力指示トルクを補正するルーチンを詳細に示すフローチャートである。

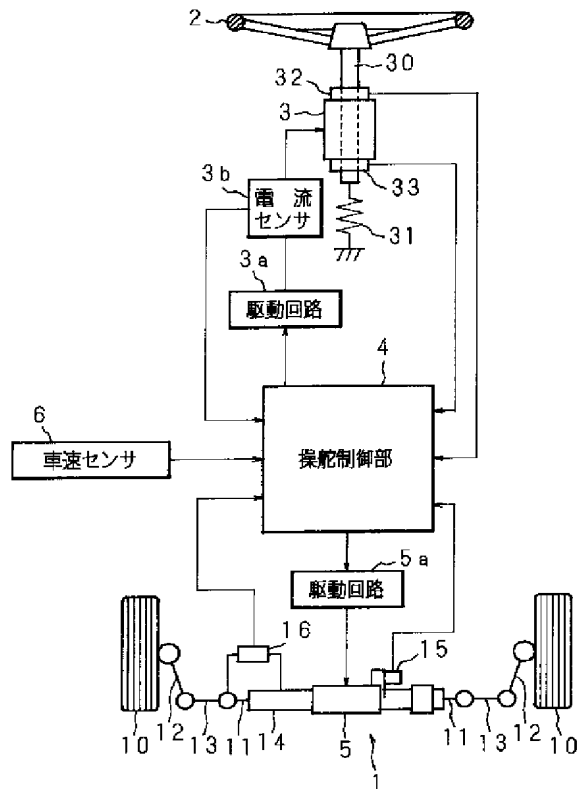
【符号の説明】

- 1 舵取機構
- 2 ステアリングホイール(操舵手段)
- 3 反力アクチュエータ
- 3a 駆動回路
- 3b 電流センサ
- 4 操舵制御部(舵角制御手段、操舵角制御手段、反力停止手段、手放し状態検出手段、操舵角速度制御手段)
- 5 操舵モータ
- 6 車速センサ(車速検出手段)
- 15 ロータリエンコーダ
- 16 舵角センサ(舵角検出手段)
- 32 トルクセンサ(操舵トルク検出手段)
- 33 ロータリエンコーダ

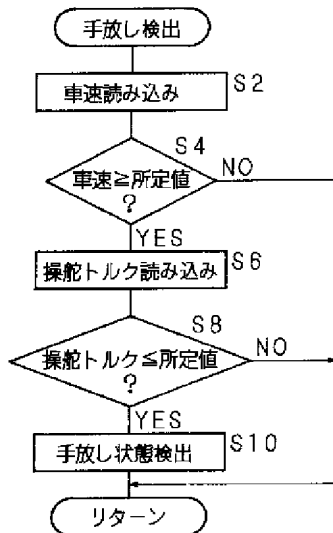
【図10】



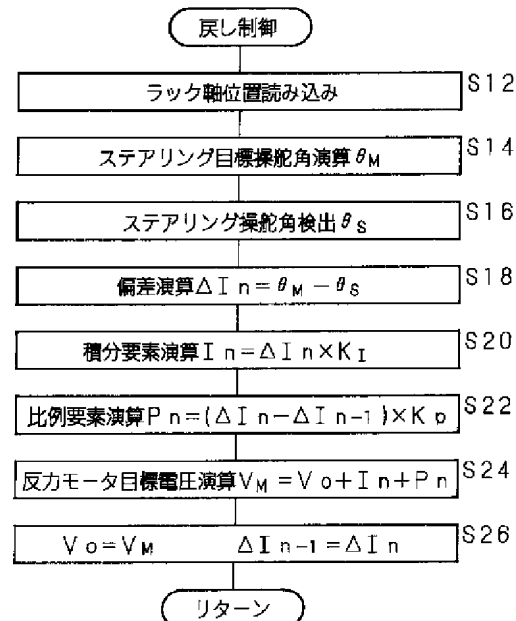
【図1】



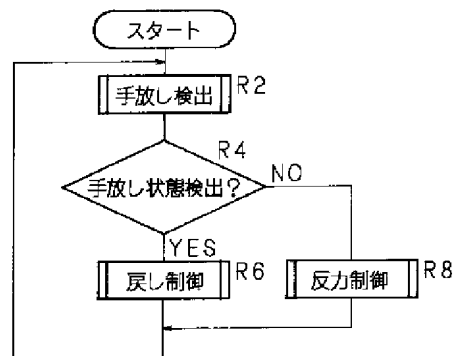
【図3】



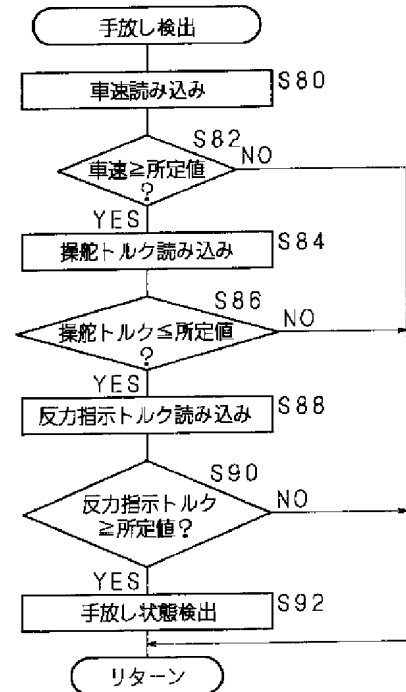
【図4】



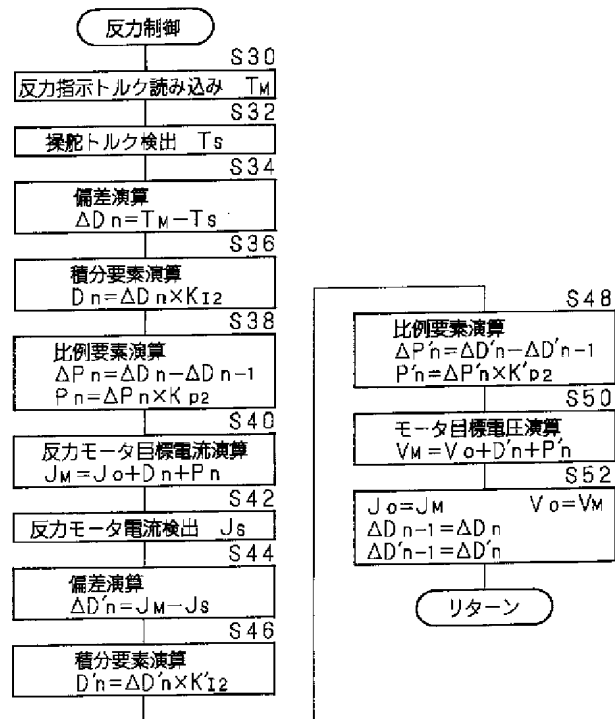
【図2】



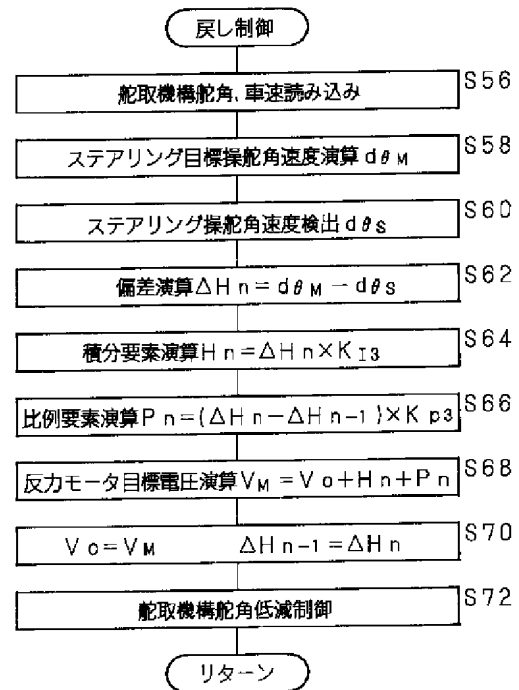
【図6】



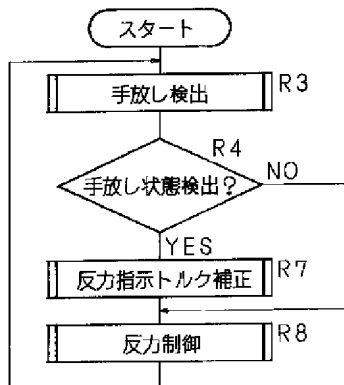
【図5】



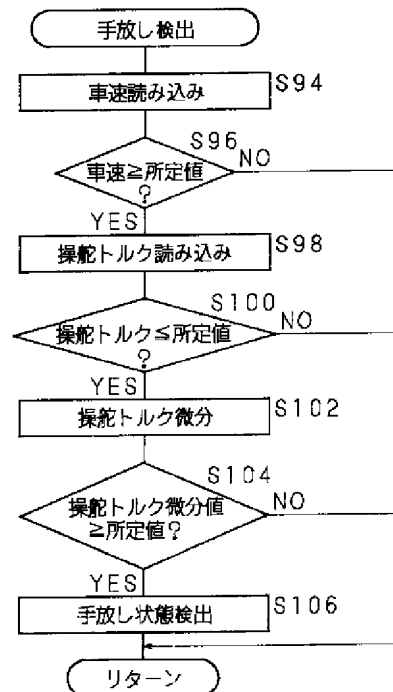
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 川口 裕
愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動
車株式会社内